

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-096332

(43)Date of publication of application : 02.04.2002

(51)Int.Cl.

B29C 33/38  
// B29L 11:00

(21)Application number : 2000-290456

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.09.2000

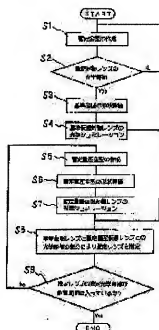
(72)Inventor : KAWAKITA SATOSHI

## (54) METHOD FOR DESIGNING MOLDING DIE FOR LENS, AND LENS MOLDED BY THE METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lens which has desired optical properties to a high degree of precision without being influenced by a material shrinkage or a variation of the index of refraction which are the uncertainty factors of the lens.

**SOLUTION:** A reference mold as a reference in the molding of the lens is prepared and the reference lens molded by the reference mold is evaluated from the optical point of view and at the same time, the configuration of the molding surface of the reference mold is measured. Further, the reference imaginary lens is optically evaluated by optical simulation, assuming it to be the reference imaginary lens having a lens surface of the same shape as the molding surface of the reference mold. Next, a mold for a tentative mass production-type mold of almost the same configuration as that of the reference mold is prepared and the configuration of the molding surface of the tentative mass production-type mold is measured. In addition, the tentative mass production-type imaginary lens is optically evaluated by optical simulation, assuming it to be the tentative mass production-type imaginary lens. Thus the designing and preparation of the tentative mass production-type mold is repeated until the lens falls within the tolerance limits of the essential optical evaluation.



**\* NOTICES \***

**JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the designing method and the lens which this fabricated of a forming mold of a new lens. It is related with the art of aiming at improvement in the optical property of the fabricated lens in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art]If it is in the optical disk drive device which uses optical disks, such as CD (compact disk) and DVD (digital video disc), as a recording medium, an object lens is used for the optical pickup device, and, as for this object lens, mold goods, such as glass and a plastic, are used.

[0003]Based on an optical design, it succeeds in that geometric design so that this object lens may obtain a desired optical property beforehand (this geometric design value is hereafter called "ideal geometric design value"), and a forming mold is designed with this ideal geometric design value and the identical shape designed value of concavo-convex reverse.

[0004]However, in order to contract mold goods after shaping, desired shape (shape of an ideal geometric design value) cannot be maintained, but the fabricated object lens may differ from the thing of a request of the optical property.

[0005]Then, in order to obtain the lens which carried out shape of the ideal geometric design value, there is a designing method of the forming mold shown in JP,5-96572,A.

[0006]According to the designing method of the forming mold shown in this JP,5-96572,A. fabricating a provisional lens with the forming mold created provisionally -- the above -- when it asks for a shape regression curve from the difference of the shape dimension value of a provisional forming mold, and the shape measuring value of a lens and a forming mold design feeds this back, it is going to create a new forming mold.

[0007]Thereby, the lens approximated to the shape of the ideal geometric design value can be fabricated.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the actual condition is being unable to obtain a desired optical property (spherical aberration) according to a minute difference of the refractive index of material, the thickness of a lens, etc., if the transmitted-wave-front aberration which is optical interference measurement estimates even if it is the lens fabricated in this way.

[0009]In connection with the densification of the storage density of DVD etc., the width of the permitted common difference is becoming narrow conventionally, and we are especially anxious about the yield of a shaping lens getting worse in recent years.

[0010]Then, this invention makes it a technical problem to provide the lens which has a desired optical property with sufficient accuracy, without being influenced by the material shrinkage which is an indefinite element of a lens, change of a refractive index, etc. about the designing method and the

lens fabricated by this of a forming mold of the lens fabricated.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order that a designing method of a forming mold of this invention lens may solve the above-mentioned technical problem, While performing optical evaluation of a reference lens which created a standard metallic mold used as a standard in lens shaping, and was fabricated with this standard metallic mold, Perform shape measuring of a die surface of the above-mentioned standard metallic mold, and a standard virtual lens with a die surface of this standard metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, Perform optical evaluation by an optical simulation of this standard virtual lens, and next, A provisional mass production metallic mold for fabricating a mass production lens is created in the almost same shape as shape of the above-mentioned standard metallic mold, Perform shape measuring of a die surface of this provisional mass production metallic mold, and a provisional mass production virtual lens with a die surface of this provisional mass production metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, While performing optical evaluation by an optical simulation of this provisional mass production virtual lens and asking for difference of optical evaluation of the above-mentioned standard virtual lens, and optical evaluation of a provisional mass production virtual lens, It is made to repeat a design/creation of the above-mentioned provisional mass production metallic mold until it adds the difference to an optical evaluation value of the above-mentioned reference lens, it presumes an optical evaluation value of a presumed lens for which it asks and this presumed lens comes in tolerance level in original optical evaluation.

[0012] While performing optical evaluation of a reference lens which this invention lens created a standard metallic mold used as a standard in lens shaping, and was fabricated with this standard metallic mold, Perform shape measuring of a die surface of the above-mentioned standard metallic mold, and a standard virtual lens with a die surface of this standard metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, Perform optical evaluation by an optical simulation of this standard virtual lens, and next, A provisional mass production metallic mold for fabricating a mass production lens is created in the almost same shape as shape of the above-mentioned standard metallic mold, Perform shape measuring of a die surface of this provisional mass production metallic mold, and a provisional mass production virtual lens with a die surface of this provisional mass production metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, While performing optical evaluation by an optical simulation of this provisional mass production virtual lens and asking for difference of optical evaluation of the above-mentioned standard virtual lens, and optical evaluation of a provisional mass production virtual lens, It fabricates with a final mass production metallic mold which created it as repeated a design/creation of the above-mentioned provisional mass production metallic mold until it adds the difference to an optical evaluation value of the above-mentioned reference lens, it presumes an optical evaluation value of a presumed lens for which it asks and this presumed lens comes in tolerance level in original optical evaluation.

[0013] Therefore, if it is in a designing method and a lens which this fabricated of a forming mold of this invention lens, Relation between die shape experientially known by carrying out optical evaluation of the mass production metallic mold until now and the optical property of a shaping lens can be evaluated, and thereby, even if it does not actually fabricate a lens with a mass production metallic mold, a quality (propriety) of the mass production metallic mold can be judged.

[0014] Shape of a mass production metallic mold is evaluated without taking into consideration heat contraction etc. of mold goods by which it is generated in shaping of a lens from making a standard metallic mold into a standard of measurement of a mass production metallic mold. That is, a quality (propriety) of a mass production metallic mold can be judged, and optical evaluation of a lens fabricated by this can be presumed.

[0015] Since surface (die surface) shape measuring / evaluation of a created mass production metallic mold are only performed after that and a quality (propriety) of the mass production metallic mold can be immediately judged if one standard metallic mold is created, a mass production metallic

mold can be created easily.

[0016]

[Embodiment of the Invention]Below, the designing method of the forming mold of this invention lens and the embodiment of the lens which this fabricated are described with reference to an accompanying drawing.

[0017]Drawing 1 shows typically the forming mold used for shaping of the object lens 1 for CD.

[0018]The forming mold 2 comprises the heaters 5 and 5 allocated so that the upper part forming mold 3 created by desired shape, the bottom forming mold 4 created by desired shape, and these might be inserted from right and left.

[0019]The cavity 6 is formed between the upper part forming mold 3 and the bottom forming mold 4, the molding material 7 is located in this cavity 6 considering the bodies 8 and 8 as a guide, and the molding material 7 is heated and pressed with the above-mentioned heaters 5 and 5.

[0020]Thereby, the object lens 1 in which the shape of the upper part forming mold 3 and the bottom forming mold 4 was transferred is fabricated.

[0021]And in order to obtain the object lens 1 which has a desired optical property, the designing method of a forming mold is explained according to the flow chart figure of drawing 2.

[0022]First, before creating a final mass production metallic mold, the standard metallic mold used as a standard is created. Step 1 (S1) thru/or Step 4 (S4) explain a design/preparation method of this standard metallic mold.

[0023]- Step 1 (S1)

The provisional provisional metallic mold 2 for creating a standard metallic mold is created. In the provisional metallic mold 2, it is a forming mold which has the shape of a great portion of surface type by a known method for the time being.

[0024]- Step 2 (S2)

The object lens 1 is actually fabricated with this provisional metallic mold 2, and optical evaluation of the object lens 1 is performed. Since this object lens 1 is provisional, it is called the provisional object lens 1. When the optical evaluation of the provisional object lens 1 is bad, it returns to Step 1 (S1), and a design/creation of the provisional metallic mold 2 are redone. When the optical evaluation of the provisional object lens 1 is good, it progresses to Step 3. The provisional object lens 1 which the above-mentioned provisional metallic mold 2 turned into the standard metallic mold 2, and was fabricated by this turns into the reference lens 1. Optical evaluation performs observation of a spherical aberration value and an interference fringe, for example using laser interference measurement (transmitted-wave-front aberration measurement: made by Zygo) (refer to drawing 3 (a) and (b)). As for a spherical aberration value, also in which degree, it is good that it is "0", and an interference fringe is straight to a sliding direction, and good for there to be no fluctuation.

[0025]It checks about the shape of surface type of the lens which performs surface type-like measurement (using the surface type-like measuring device by for example, tailor Hobson) of the reference lens 1 at this time, and serves as a standard (refer to drawing 4). As for these graph charts, a horizontal axis (X-axis) shows the diameter direction value (the number of center sections is zero.) of a lens, and a vertical axis (Y-axis) shows a transmitted-wave-front aberration value. Therefore, as for the graph of an ideal, what shows the vertical axis "zero point", i.e., the straight line of "y= 0", is good. When drawing 4 is observed, it turns out that it is the zigzag line which had width (\*\*0.03 micrometers) slightly mostly in "y= 0" neighborhood.

[0026]On these specifications, in order to explain simply, each of optical evaluation and surface type-like evaluations shall be related with the lens side of die surface/object lens bottom of the forming mold bottom. Of course, the design about the lens side of die surface/object lens upper part of the metallic mold upper part can be performed similarly.

[0027]- Step 3 (S3)

Surface (die surface) shape measuring of this standard metallic mold 2 is performed. Since

evaluation good about the optical property of the reference lens 1 which this fabricated is obtained, this standard metallic mold 2 can judge that this standard metallic mold 2 has desired performance as the forming mold 2. Then, shape measuring of this standard metallic mold 2 is performed, and it is considered as the standard of the mass production metallic mold 2 which mentions this shape later. The above-mentioned form measuring apparatus performs this surface type-like measurement. Although this result is shown in drawing 5, the surface (lens side) shape (drawing 4) of the reference lens 1 where the desired optical property was obtained, and the surface (die surface) shape (drawing 5) of the standard metallic mold 2 which fabricated this are not in agreement so that drawing 5 and drawing 4 may show.

[0028]— Step 4 (S4)

the shape of surface type of the standard metallic mold 2 (die surface shape), and unevenness — the standard virtual lens 1 which has the same reverse field is supposed, and the optical simulation of this standard virtual lens 1 is performed. Soft CodeV (made by Optical Research Associates) etc. which are used for a lens design are used for this optical simulation. And the following “one numbers” that specifies an aspheric surface is used, the aspheric surface constant  $A_i$  shown in “the one number” as a parameter is substituted, and aberration deployment including a high order paragraph is performed. The result is shown in drawing 6.

[0029]

[Equation 1]

$$Z = X^3/R \left[ 1 + \{ 1 - (1 + K) \left( X/R \right)^2 \}^{3/2} \right] + \sum A_i X^i \dots \dots \dots (1)$$

なお、

$Z$  : レンズの光軸方向値

$X$  : 光軸に垂直な方向値

$R$  : 曲率半径

$K$  : 円錐定数

$A_i$  : 非球面定数

[0030]— Step 5 (S5)

On the other hand, the provisional provisional mass production metallic mold 2 for fabricating the mass production lens 1 is created in the almost same shape as the shape of the above-mentioned standard metallic mold 2. That is, it is created on the basis of the die surface of the standard metallic mold 2 by which it was evaluated by the above-mentioned step 3 (S3).

[0031]— Step 6 (S6)

Shape measuring of a die surface of this provisional mass production metallic mold 2 is performed. The result is shown in drawing 7. Thus, even if it is the provisional mass production metallic mold 2 which formed the shape of surface type of the above-mentioned standard metallic mold 2 in reference, some gap has arisen with the shape of surface type of the standard metallic mold 2.

[0032]— Step 7 (S7)

the shape of surface type of this provisional mass production metallic mold 2 (die surface shape), and unevenness — optical evaluation by an optical simulation of this provisional mass production virtual lens 1 is performed supposing the provisional mass production virtual lens 1 of imagination which has the same reverse field. It carries out like what also performed this optical evaluation at the above-mentioned step 4 (S4), and “an one number” which specifies an aspheric surface is used, an aspheric surface constant shown in “an one number” as a parameter is substituted, and aberration deployment including a high order paragraph is performed. The result is shown in drawing 8.

[0033]— Step 8 (S8)

While asking for difference (spherical aberration value) of optical evaluation of the above-mentioned standard virtual lens 1, and optical evaluation of the provisional mass production virtual lens 1, the

difference is added to a spherical aberration value acquired by optical evaluation of the above-mentioned reference lens 1, and a spherical aberration value of a presumed lens is presumed. Spherical aberration value [ of a spherical aberration value = reference lens of a presumed lens which is a formula for a formula shown below to presume a spherical aberration value of a presumed lens ] + (spherical aberration value of a standard virtual lens by a spherical aberration value-standard metallic mold of a provisional mass production virtual lens by a mass production metallic mold) It is expressed. A result of the presumption is shown in drawing 9.

[0034]- Step 9 (S9)

It is judged whether it goes into tolerance level of lens optical performance specification which asks for optical evaluation (spherical aberration value) of a presumed lens for which it asked at Step 8 (S8).

[0035]There are various specifications in an object lens by the purposes of use, such as an object for CD, and an object for DVD, and it is alike, respectively and has the tolerance level about the optical property.

[0036]Then, in the light of specification of the above-mentioned presumed lens, \*\*\*\*\* [ optical evaluation (spherical aberration value) of the above-mentioned presumed lens / in the tolerance level ] is judged. When optical evaluation (spherical aberration value) of the above-mentioned presumed lens is in tolerance level of the specification, the above-mentioned provisional mass production metallic mold 2 is judged as a mass production metallic mold, and this is used for mass production of an object lens. When optical evaluation (spherical aberration value) of the above-mentioned presumed lens is not in tolerance level of the specification, it returns to the above-mentioned step 5 (S5), design/creation of the provisional mass production metallic mold 2 are performed, Step 5 (S5) thru/or Step 8 (S8) are repeated, and a forming mold which can be judged to be the mass production metallic mold 2 is created.

[0037]Since optical evaluation (spherical aberration value) of the above-mentioned provisional mass production virtual lens 1 has already been obtained when performing design/creation of the provisional mass production metallic mold 2 in Step 5 (S5) (refer to drawing 8), it is good to take into consideration this and optical evaluation (spherical aberration value) of the above-mentioned standard virtual lens 1, and to perform design/creation.

[0038]Even if it does not actually fabricate an object lens with this mass production metallic mold 2 by carrying out a deer, and designing / creating a mass production metallic mold as mentioned above, a quality (propriety) of that mass production metallic mold can be judged.

[0039]Since surface (die surface) shape measuring / evaluation of a created mass production metallic mold are only performed after that and a quality (propriety) of the mass production metallic mold can be immediately judged if one standard metallic mold is created, a mass production metallic mold can be created easily.

[0040]Although this invention was applied to an object lens of an optical pickup device in the above-mentioned embodiment, this invention is applicable not only to this but the general lens fabricated like a plastic and glass.

[0041]In the above-mentioned embodiment, although a forming process by a press was explained, this invention is applicable to a forming process which uses not only this but a forming mold, for example, injection molding etc.

[0042]In addition, shape and structure of each part which were shown in the above-mentioned embodiment are only what showed a mere example of embodiment which hits that each carries out this invention, and a technical scope of this invention is not restrictively interpreted by these.

[0043]

[Effect of the Invention]So that clearly from the place indicated above the designing method of the forming mold of this invention lens, While performing optical evaluation of the reference lens which created the standard metallic mold used as the standard in lens shaping, and was fabricated with this standard metallic mold, Perform shape measuring of the die surface of the above-mentioned

standard metallic mold, and a standard virtual lens with the die surface of this standard metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, Perform optical evaluation by the optical simulation of this standard virtual lens, and next, The provisional mass production metallic mold for fabricating a mass production lens is created in the almost same shape as the shape of the above-mentioned standard metallic mold, Perform shape measuring of the die surface of this provisional mass production metallic mold, and a provisional mass production virtual lens with the die surface of this provisional mass production metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, While performing optical evaluation by the optical simulation of this provisional mass production virtual lens and asking for the difference of the optical evaluation of the above-mentioned standard virtual lens, and the optical evaluation of a provisional mass production virtual lens, It was made to repeat a design/creation of the above-mentioned provisional mass production metallic mold until it added the difference to the optical evaluation value of the above-mentioned reference lens, it presumed the optical evaluation value of the presumed lens for which it asks and this presumed lens came in the tolerance level in original optical evaluation.

[0044]While performing optical evaluation of the reference lens which this invention lens created the standard metallic mold used as the standard in lens shaping, and was fabricated with this standard metallic mold, Perform shape measuring of the die surface of the above-mentioned standard metallic mold, and a standard virtual lens with the die surface of this standard metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, Perform optical evaluation by the optical simulation of this standard virtual lens, and next, The provisional mass production metallic mold for fabricating a mass production lens is created in the almost same shape as the shape of the above-mentioned standard metallic mold, Perform shape measuring of the die surface of this provisional mass production metallic mold, and a provisional mass production virtual lens with the die surface of this provisional mass production metallic mold and a same-shaped lens side is assumed, While performing optical evaluation by the optical simulation of this provisional mass production virtual lens and asking for the difference of the optical evaluation of the above-mentioned standard virtual lens, and the optical evaluation of a provisional mass production virtual lens, It fabricated with the final mass production metallic mold which created it as repeated a design/creation of the above-mentioned provisional mass production metallic mold until it added the difference to the optical evaluation value of the above-mentioned reference lens, it presumed the optical evaluation value of the presumed lens for which it asks and this presumed lens came in the tolerance level in original optical evaluation.

[0045]Therefore, if it is in the designing method and the lens which this fabricated of a forming mold of this invention lens, The relation between the die shape experientially known by carrying out optical evaluation of the mass production metallic mold until now and the optical property of a shaping lens can be evaluated, and thereby, even if it does not actually fabricate a lens with a mass production metallic mold, the quality (propriety) of the mass production metallic mold can be judged.

[0046]The shape of a mass production metallic mold is evaluated without taking into consideration the heat contraction etc. of the mold goods by which it is generated in shaping of a lens from making a standard metallic mold into the standard of measurement of a mass production metallic mold, That is, the quality (propriety) of a mass production metallic mold can be judged, and the optical evaluation of the lens fabricated by this can be presumed.

[0047]Since surface (die surface) shape measuring / evaluation of the created mass production metallic mold are only performed after that and the quality (propriety) of the mass production metallic mold can be immediately judged if one standard metallic mold is created, a mass production metallic mold can be created easily.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-96332

(P2002-96332A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
B 2 9 C 33/38		B 2 9 C 33/38	4 F 2 0 2
// B 2 9 L 11:00		B 2 9 L 11:00	

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-290456 (P2000-290456)

(22) 出願日 平成12年9月25日 (2000.9.25)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 川北 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100069051

弁理士 小松 祐治

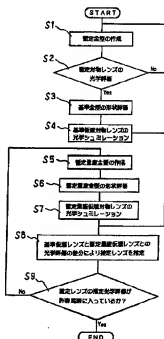
Fターム (参考) 4F202 AH74 CA01 CA11 CB01 CD02  
CD30

(54) 【発明の名称】 レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などに影響されことなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供する。

【解決手段】 レンズ成形における基準となる基準金型を作成し、該基準金型で成形した基準レンズの光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった基準仮想レンズを想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、暫定量産金型を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、暫定量産仮想レンズを想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにする。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズ成形における基準となる成形金型（以下「基準金型」という。）を作成し、該基準金型で成形したレンズ（以下「基準レンズ」という。）の光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった仮想のレンズ（以下「基準仮想レンズ」という。）を想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定的な成形金型（以下「暫定量産金型」という。）を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった仮想のレンズ（以下「暫定量産仮想レンズ」という。）を想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求めるレンズ（以下「推定レンズ」という。）の光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにしたことを特徴とするレンズの成形金型の設計方法。

【請求項2】 レンズ成形における基準となる成形金型（以下「基準金型」という。）を作成し、該基準金型で成形したレンズ（以下「基準レンズ」という。）の光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった仮想のレンズ（以下「基準仮想レンズ」という。）を想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定的な成形金型（以下「暫定量産金型」という。）を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった仮想のレンズ（以下「暫定量産仮想レンズ」という。）を想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求めるレンズ（以下「推定レンズ」という。）の光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにして作成した最終的な量産金型で成形したことを特徴とするレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は新規なレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズに関する。詳しくは、成形されたレンズの光学特性の向上を図る技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 CD（コンパクトディスク）、DVD（デジタルビデオディスク）などの光学ディスクを記録媒体とする光学ディスクドライブ装置においては、その光学ピックアップ装置に対物レンズが使用され、該対物レンズはガラス、プラスチックなどの成形品が用いられる。

【0003】 かかる対物レンズは予め所望の光学特性を得るように光学的設計に基づきその形状設計が為され（以下、この形状設計値を「理想形状設計値」という。）、該理想形状設計値と凹凸逆の同一形状設計値で成形金型が設計される。

【0004】 ところが、成形品は成形後、収縮するために所望の形状（理想形状設計値の形状）を維持することができず、成形された対物レンズはその光学特性が所望のものとは異なってしまうことがある。

【0005】 そこで、理想形状設計値の形状をしたレンズを得るために、特開平5-96572号に示す成形金型の設計方法がある。

【0006】 この特開平5-96572号に示された成形金型の設計方法によれば、暫定的に作成された成形金型で暫定的なレンズを成形し、上記暫定的な成形金型の形状寸法値とレンズの形状測定値との差分から形状面曲線曲率を求め、これを成形金型設計のフィードバックすることにより、新たな成形金型を作成しようとするものである。

【0007】 これにより、理想形状設計値の形状に近似したレンズを成形することができる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このように成形されたレンズであっても、材料の屈折率やレンズの厚みなどの微小な相違により、光学干渉測定であられる透過波面収差にて評価を行うと、所望の光学特性（球面収差）を得ることができないのが現状である。

【0009】 特に近年、DVDなどの記録密度の高密度化に伴い、従来、許容されていた公差の幅が狭くなってきており、成形レンズの歩留まりが悪化することが懸念されている。

【0010】 そこで、本発明は、成形されるレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形されたレンズに関し、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などに影響されることなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供することを課題とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明レンズの成形金型の設計方法は、上記した課題を解決するために、レンズ成形における基準となる基準金型を作成し、該基準金型で成形した基準レンズの光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった基準仮想レンズを想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定量産金型を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった暫定量産仮想レンズを想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求める推定レンズの光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにしたものである。

【0012】また、本発明レンズは、レンズ成形における基準となる基準金型を作成し、該基準金型で成形した基準レンズの光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった基準仮想レンズを想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定量産金型を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった暫定量産仮想レンズを想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求める推定レンズの光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにして作成した最終的な量産金型で成形したものである。

【0013】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、量産金型を光学評価することにより、これまで経験的に知られていた金型形状と成形レンズの光学特性との関係を数値化することができ、これにより、量産金型で実際にレンズを成形しなくても、その量産金型の良否（適否）を判断することができる。

【0014】また、基準金型を量産金型の測定の基準とすることにより、レンズの成形において発生する成形品の熱収縮などを考慮することなく量産金型の形状を評価、すなわち、量産金型の良否（適否）を判断することができ、これによって成形されたレンズの光学評価を推定す

ることができる。

【0015】さらに、1つの基準金型を作成しておけば、後は、作成された量産金型の表面（成形面）形状測定/評価を行うだけで、即座にその量産金型の良否（適否）を判断できるため、容易に量産金型の作成を行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズの実施の形態について添付図面を参照して説明する。

【0017】図1は、C/D用の対物レンズ1の成形に用いる成形金型を模式的に示したものである。

【0018】成形金型2は、所望の形状に作成された上側成形金型3と所望の形状に作成された下側成形金型4とこれらを左右から挟むように配設されたヒーター5、5とから成る。

【0019】上側成形金型3と下側成形金型4との間にはキャビティ6が形成され、該キャビティ6に成形材料7が固体8、8をガイドとして位置され、上記ヒーター5、5によって成形材料7が加熱されプレスされる。

【0020】これにより、上側成形金型3と下側成形金型4との形状が転写された対物レンズ1が成形される。

【0021】そして、所望の光学特性を有する対物レンズ1を得るため、図2のフローチャート図に従って、成形金型の設計方法について説明する。

【0022】まず、最終的な量産金型を作成する前に、基準となる基準金型を作成する。この基準金型の設計/作成方法をステップ1（S1）乃至ステップ4（S4）で説明する。

【0023】・ステップ1（S1）

基準金型を作成するための暫定的な暫定金型2を作成する。暫定金型2とは、取り敢えず、既知の方法により、だいたいの表面形状を有する成形金型である。

【0024】・ステップ2（S2）

該暫定金型2で実際に対物レンズ1を成形し、その対物レンズ1の光学評価を行う。かかる対物レンズ1は暫定的なものなので暫定対物レンズ1と称する。暫定対物レンズ1の光学評価が悪い場合には、暫定金型2の設計/作成をステップ1（S1）に戻ってやり直す。暫定対物レンズ1の光学評価が良い場合にステップ3に進む。これにより、上記暫定金型2は基準金型2となり、また、これにより成形された暫定対物レンズ1は基準レンズ1となる。なお、光学評価は、例えば、レーザ干渉測定（透過波面収差測定：Zygo社製）を用い、球面収差及び干渉縞の観察を行う（図3（a）（b）参照）。球面収差値はいずれの次数においても「0」であることが良く、また干渉縞は上下方向にまっすぐで揺らがないことがよい。

【0025】また、このとき基準レンズ1の表面形状測定（例えば、テラレーホゾン社製の表面形状測定装置

を用いて)を行い基準となるレンズの表面形状について確認をしておく(図4参照)。このグラフ図は横軸(X軸)がレンズの径方向値(中央部が0点である。)を示し、縦軸(Y軸)が透過波収差値を示す。従って、理想のグラフは縦軸「0点」すなわち「 $y=0$ 」の直線を示すのがよい。図4を観察すると、ほぼ「 $y=0$ 」付近で僅かに幅(±0.03μm)をもったジグザグ線となっていることが解る。

【0026】なお、この明細書では説明を簡単にするため、光学評価及び表面形状評価はいずれも成形型の下側の成形成面/対物レンズの下側のレンズ面に関するものとする。もちろん、金型の上側の成形成面/対物レンズの上側のレンズ面についての設計も同様に行うことができる。

#### 【0027】・ステップ3(S3)

該基準金型2の表面(成形成面)形状測定を行う。かかる基準金型2はこれにより成形した基準レンズ1の光学特性については良い評価が得られているので、かかる基準金型2は成形金型2として所望の性能を有するものと判\*

$$Z = X^2/R / [1 + \{1 - (1 + K) \left( \frac{X}{R} \right)^2\}^2] + \sum A_n X^n \dots \dots (1)$$

なお、

Z: レンズの光軸方向値

X: 光軸に垂直な方向値

R: 曲率半径

K: 円錐定数

A<sub>n</sub>: 非球面定数

#### 【0030】・ステップ5(S5)

一方、量産レンズ1を成形するための暫定的な暫定量産金型2を上記基準金型2の形状とほぼ同じ形状で作成する。すなわち、上記ステップ3(S3)により評価された基準金型2の成形成面を基準に作成される。

#### 【0031】・ステップ6(S6)

該暫定量産金型2の成形成面の形状測定を行う。その結果を図7に示す。このように、上記基準金型2の表面形状を参考に形成した暫定量産金型2であっても、基準金型2の表面形状とは若干のズレが生じている。

#### 【0032】・ステップ7(S7)

該暫定量産金型2の表面形状(成形成面形状)と凹凸逆の同じ面を有する仮想の暫定量産仮想レンズ1を想定して、該暫定量産仮想レンズ1の光学シミュレーションによる光学評価を行う。かかる光学評価も上記ステップ4(S4)で行ったものと同様に行い、非球面を規定する「数1」を使用し、パラメータとして「数1」に示された非球面定数を代入し、高次項を含む収差展開を行う。その結果を図8に示す。

#### 【0033】・ステップ8(S8)

上記基準仮想レンズ1の光学評価と暫定量産仮想レンズ1の光学評価との差分(球面収差値)を求めるとともに、その差分を上記基準レンズ1の光学評価で得られた

\*断できる。そこで、かかる基準金型2の形状測定を行い、この形状を後述する量産金型2の基準とする。かかる表面形状測定は上記形状測定装置により行う。この結果は図5に示すが、図5と図4とから解るように、所望の光学特性を得た基準レンズ1の表面(レンズ面)形状(図4)と、これを成形成した基準金型2の表面(成形成面)形状(図5)とは一致していない。

#### 【0028】・ステップ4(S4)

基準金型2の表面形状(成形成面形状)と凹凸逆の同じ面を有する基準仮想レンズ1を仮想して、該基準仮想レンズ1の光学シミュレーションを行う。かかる光学シミュレーションには、レンズ設計に用いられるソフトであるCode V (Optical Research Associates社製)などを使用する。そして、非球面を規定する以下の「数1」を使用し、パラメータとして「数1」に示された非球面定数A<sub>n</sub>を代入し、高次項を含む収差展開を行う。その結果を図6に示す。

#### 【0029】

【数1】

$$Z = X^2/R / [1 + \{1 - (1 + K) \left( \frac{X}{R} \right)^2\}^2] + \sum A_n X^n \dots \dots (1)$$

球面収差値に加算して、推定レンズの球面収差値の推定を行う。以下に示す式が、推定レンズの球面収差値の推定を行うための式である推定レンズの球面収差値=基準レンズの球面収差値+(量産金型による暫定量産仮想レンズの球面収差値-基準金型による基準仮想レンズの球面収差値)により表される。その推定の結果を図9に示す。

#### 【0034】・ステップ9(S9)

ステップ8(S8)で求めた推定レンズの光学評価(球面収差値)を求めるレンズ光学性能仕様の許容範囲に入っているかを判断する。

【0035】対物レンズには、CD用、DVD用などその使用目的により種々の仕様が有り、それぞれにその光学特性についての許容範囲を有する。

【0036】そこで、上記推定レンズの仕様に照らし、上記推定レンズの光学評価(球面収差値)がその許容範囲内か否かを判断する。上記推定レンズの光学評価(球面収差値)がその仕様の許容範囲内である場合には、上記暫定量産金型2を量産金型として判断して、これを対物レンズの量産に用いる。また、上記推定レンズの光学評価(球面収差値)がその仕様の許容範囲内でない場合には、上記ステップ5(S5)に戻り、暫定量産金型2の設計/作成を行い、ステップ5(S5)乃至

ステップ8 (S8) を繰り返し、量産金型2と判断できる成形金型を作成する。

【0037】ステップ5 (S5) において暫定量産金型2の設計/作成を行う際には、上記暫定量産仮想レンズ1の光学評価 (球面収差値) が既に得られているので (図8参照)、これと上記基準仮想レンズ1の光学評価 (球面収差値) とを照案して設計/作成を行うと良い。

【0038】しかし、以上のように量産金型を設計/作成することにより、この量産金型2で実際に対物レンズを成形しなくても、その量産金型の良否 (適否) を判断することができる。

【0039】また、1つの基準金型を作成しておけば、後は、作成された量産金型の表面 (成形面) 形状測定/評価を行うだけで、即座にその量産金型の良否 (適否) を判断でき、容易に量産金型の作成を行うことができる。

【0040】なお、上記実施の形態において本発明を光学ピックアップ装置の対物レンズに適用したが、本発明はこれに限らず、プラスチック、ガラスなどのように成形されるレンズ一般に適用することができる。

【0041】また、上記実施の形態においては、プレスによる成形方法について説明したが、本発明はこれに限らず、成形金型を用いる成形方法、例えば、射出成形などにも適用することができる。

【0042】この他、上記した実施の形態において示した各部の形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものにすぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0043】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように、本発明レンズの成形金型の設計方法は、レンズ成形における基準となる基準金型を作成し、該基準金型で成形した基準レンズの光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった基準仮想レンズを想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定量産金型を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった暫定量産仮想レンズを想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求める推定レンズの光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにしたことを特徴とする。

【0044】また、本発明レンズは、レンズ成形にお

る基準となる基準金型を作成し、該基準金型で成形した基準レンズの光学評価を行うとともに、上記基準金型の成形面の形状測定を行い、該基準金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった基準仮想レンズを想定して、該基準仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、次に、量産レンズを成形するための暫定量産金型を上記基準金型の形状とほぼ同じ形状で作成し、該暫定量産金型の成形面の形状測定を行い、該暫定量産金型の成形面と同一の形状のレンズ面をもった暫定量産仮想レンズを想定して、該暫定量産仮想レンズの光学シミュレーションによる光学評価を行い、上記基準仮想レンズの光学評価と暫定量産仮想レンズの光学評価との差分を求めるとともに、その差分を上記基準レンズの光学評価値に加算して、求める推定レンズの光学評価値の推定を行い、該推定レンズが本来の光学評価における許容範囲内になるまで、上記暫定量産金型の設計/作成を繰り返すようにして作成した最終的な量産金型で成形したことを特徴とする。

【0045】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、量産金型を光学評価することにより、これまで経験的に知られていた金型形状と成形レンズの光学特性との関係を数値化することができ、これにより、量産金型で実際にレンズを成形しなくても、その量産金型の良否 (適否) を判断することができる。

【0046】また、基準金型を量産金型の測定の基準とすることにより、レンズの成形において発生する成形品の熱収縮などを考慮することなく量産金型の形状を評価、すなわち、量産金型の良否 (適否) を判断することができ、これによって成形されたレンズの光学評価を推定することができる。

【0047】さらに、1つの基準金型を作成しておけば、後は、作成された量産金型の表面 (成形面) 形状測定/評価を行うだけで、即座にその量産金型の良否 (適否) を判断できるため、容易に量産金型の作成を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レンズの成形に用いる成形金型を示す模式図である。

【図2】本発明にかかる成形金型の設計方法のフローチャート図である。

【図3】基準レンズの光学評価を示すもので、(a) は干涉縞、(b) はi次の球面収差値の図である。

【図4】基準レンズの形状評価を示すグラフ図である。

【図5】基準金型の形状評価を示すグラフ図である。

【図6】基準仮想レンズの光学評価を示す図である。

【図7】暫定量産金型の形状評価を示すグラフ図である。

【図8】暫定量産仮想レンズの光学評価を示す図である。

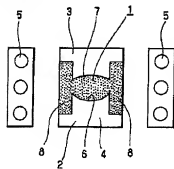
【図9】推定レンズの光学評価を示す図である。

\* 1…レンズ、2…成形金型

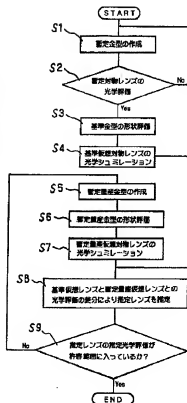
【符号の説明】

【図1】

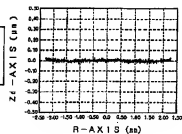
1…レンズ  
2…成形金型



【図2】



【図4】



【図6】

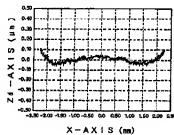
次数	球面収差値 ( $\lambda rms$ )
3次	0.014
5次	-0.007
7次	-0.005
9次	-0.001

【図3】

(a)



【図5】



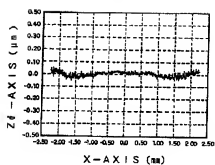
(b)

次数	球面収差値 ( $\lambda rms$ )
3次	0.002
5次	-0.001
7次	0.001
9次	0.000

(7)

特開2002-96332

【図7】



【図9】

次数	球面収差値 (λ rms)
3次	-0.005
5次	-0.004
7次	0.003
9次	0.000

【図8】

次数	球面収差値 (λ rms)
3次	0.007
5次	-0.010
7次	-0.003
9次	-0.001